



SINTEF

Prosjektnotat

Kunnskapsstatus og FoU-behov innen vinterdrift

SINTEF Community
Postadresse:
Postboks 4760 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40005100
info@sintef.no

Foretaksregister:
NO 919 303 808 MVA

VERSJON
1.0

DATO
2023-06-28

FORFATTER
Hampus Karlsson
Kai Rune Lysbakken

OPPDRAGSGIVER
NVF - Nordisk Vejforum

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
-

PROSJEKTNUMMER
102027811

ANTALL SIDER:
14

UTARBEIDET AV
Hampus Karlsson

SIGNATUR


GODKJENT AV
Torun Rise

SIGNATUR


PROSJEKTNOTAT NR
N-03/23

GRADERING
Åpen

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001



SINTEF

Historikk

| VERSJON | DATO | Versjonsbeskrivelse |
|---------|------------|---------------------|
| 1.0 | 2023-06-28 | Endelig |



Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Bakgrunn | 4 |
| 2 | Aktivitet og metode | 4 |
| 2.1 | Workshop..... | 4 |
| 2.2 | Litteraturgjennomgang | 5 |
| 3 | Resultat | 5 |
| 3.1 | Litteraturgjennomgang | 5 |
| 3.1.1 | Statens vegvesen | 5 |
| 3.1.2 | Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)..... | 6 |
| 3.2 | Google scholar | 7 |
| 3.2.1 | Myke trafikanter..... | 7 |
| 3.2.2 | Salt | 7 |
| 3.2.3 | Kunstig intelligens til prediksjon i vinterdrift..... | 8 |
| 3.2.4 | Miljø..... | 8 |
| 3.3 | Workshop..... | 8 |
| 3.3.1 | Utslipp og miljø..... | 8 |
| 3.3.2 | Kontrakt og krav | 9 |
| 4 | Diskusjon og konklusjon | 10 |
| 5 | Litteratur | 12 |

BILAG/VEDLEGG

Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.



1 Bakgrunn

Vinterdrift av veger er noe som påvirker alle i som bor i Norge i større eller mindre grad, uten fungerende vinterdrift i vinterhalvåret vil ikke personer og varer komme fram til målet sitt i tide og på en trygg måte. Behovene for vinterdrift er forskjellige mellom ulike geografiske steder i Norge og kostnadene knyttet til vinterdrift er betydelige. Statens vegvesen oppgir at de bruker cirka 1 milliard kroner årlig på vinterdrift, dette tilsvarer omtrent 20 % av det totale budsjettet for drift og vedlikehold av riksvegnettet [1]. Dette viser hvor viktig det er at vinterdrift utføres på en mest mulig hensiktsmessige måte til enhver tid, for å opprettholde trafikksikkerheten og redusere antallet timer med stengte veger eller begrenset framkommelighet.

Formålet med dette notatet er å gi et innblikk i hvilke temaer det forskes på per dags dato i land som driver med vinterdrift og hvilke temaer norske aktører peker på som viktige i årene som kommer. Resultatet er tenkt å fungere både som innspill til temaer det bør lyses ut forskningsmidler til, og som grunnlag for å utvikle konkrete forskningsprosjekt.

Aktiviteten er finansiert gjennom et stipend fra Nordisk Vejforum og gjennomført av SINTEF Community i Trondheim, 2023.

2 Aktivitet og metode

Metoden har vært todelt i form av en enkel litteraturstudie for å se hva nordiske og andre land er opptatt av innenfor temaet vinterdrift, og en workshop med norske aktører.

2.1 Workshop

I juni 2023 ble det gjennomført en workshop med inviterte representanter fra vegeiersiden og utførende/entreprenør for å diskutere ulike behov knyttet til temaet *Klimatilpasset vinterdrift*. Samtlige aktører hadde fra tidligere erfaring med FoU-aktiviteter og fikk en kort introduksjon til temaer på forhånd. Følgende undertema knyttet til *Klimatilpasset vinterdrift* ble presentert på forhånd:

- **Driftsmetoder**
 - o Behov i ulike områder: by/tettsted/motorveg/fylkesveg
 - o Tilstandsovervåkning for å tilpasse metoder og avklare behov for tiltak
- **Kontrakt/krav**
 - o Hvordan sikre riktig tiltak til riktig tid
 - o Hvordan håndtere "ekstremvær" (*kontrakt, krav, dimensjonering og organisering*)
- **Utslipp og miljø**
 - o Saltets effekt på natur og konstruksjoner
 - o Rodeoptimalisering for lavere utslipp med tradisjonelle kjøretøy og maksimal utnyttelse av elektriske kjøretøy
 - o Slitasje på vegkonstruksjonen av ulike metoder og hva gjør de piggfrie dekkene med vinterdriftsbehovet?

I workshopen ble det fokusert på de overordnede temaene kontrakt/krav og utslipp og miljø. Hver deltaker fikk først tid til egne refleksjoner før tanker ble delt og diskutert i plenum. Resultatene gjenngitt fra diskusjonene vil ikke være uttømmende i forhold til alle aspekt som ble diskutert i workshopen.



2.2 Litteraturgjennomgang

Litteraturgjennomgangen har tatt utgangspunkt i publikasjoner fra Statens vegvesen i Norge og Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) i Sverige for å få et overblikk over nordiske FoU-aktiviteter. I tillegg er det gjort søk med Google Scholar for å få en oversikt over temaer som det forskes på i dag i andre land hvor vinterdrift er et tema. For å begrense resultatene ble det satt en grense ved 2015, eldre litteratur kan fortsatt være interessant, men siden formålet er å kartlegge mulige forskningstemaer ble det valgt fokusere på nyere litteratur. For å finne litteratur ble det først søkt på "winter maintenance" og deretter mer spesifikke søk hvor følgende ord ble lagt til; salt/de-icer, road, pedestrians, bike/bicyclist, environment/environmental effects, Ai/artificial intelligence/machine learning. De to første sidene fra hvert søk ble vurdert på tittel og abstrakt.

3 Resultat

3.1 Litteraturgjennomgang

3.1.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen er en naturlig aktør i flere FoU-sammenhenger knyttet til vinterdrift i Norge og har aktiviteter gjennom flere program og prosjektet. Her vil prosjekt eller program med fokus på vinterdriftstema og offentliggjorte resultater på Statens vegvesen sin hjemmeside gjengis i korte trekk.

SaltSMART (2007-2011) var et program med mål om å utvikle og forbedre driftsmetoder brukt av Statens vegvesen, slik at de både skal tilby akseptabel framkommelighet og trafikkssikkerhet, samtidig som uakseptable skader på miljøet forhindres. Funn fra prosjektet viser til at salt kan ha uheldige konsekvenser under noen forhold. Avrenning til vannkilder er ikke kritisk for levende organismer, men kan påvirke sammensetning av planktonalger. For vegetasjon er det imidlertid påvist skader som skyldes salt, dette gjelder først og fremst busker og trær. Prosjektet konkluderer med at det er gevinster å hente ved redusert saltforbruk og at dette til stor grad må skje gjennom utforming av kontrakter framfor å endre metoder [2].

Vinterdrift (EVI) (2012-2016) [3] var et etatsprogram med fokus på å styrke vinterdriftskompetanse, kunnskapsformidling og videreutvikling av metoder og teknologi. Programmet hadde en bred tilnærming til temaet vinterdrift, men med spissede aktiviteter som for eksempel; Friksjon med ulike dekktyper, Tinemetoder i stikkrenner, Labfasiliteter på NTNU og Standardkrav for gang- og sykkelareal i Norden. For en fullstendig oversikt av temaer og publikasjoner, besøk [3].

FoU BEVEGELSE (2017-2021)[4] var et program med fokus på framkommelighet for gående og syklende. Det var delt inn i fire arbeidspakker 1) Trafikantenes behov og forutsetninger, 2) Drift metoder og utstyr, 3) Kontrakter samarbeidsmodeller og brukeroppfølging og, 4) Konklusjoner, anbefalinger og implementering[4]. Økt kunnskap om vinterdrift for gående og syklende er viktig for at norske byer skal kunne nå nullvekstmålene [5]. Forskningsaktiviteter i programmet har blant annet bidratt til utvikling av ny kunnskap til ulike brukergruppers behov knyttet til vinterdrift og særskilt til de med nedsatt funksjonsevne. Parallelt har også byggherre sin erfaring med ulike driftsstandarder blitt kartlagt. Kunnskapen har siden blitt benyttet i utarbeidelsen av nye vinterdriftsklasser for en mer effektiv ressursutnyttelse og mer kunnskap om ulike metoders egnethet. Prosjektet utarbeidet også en nytte- kostnadskalkulator for å forenkle prioriteringer mellom ulike driftsstrategier og belyse mulig resultat.



I sluttrapporten fra FoU Bevegesle [6] peker Statens vegvesen på at ny kunnskap om endringer i driftsstandard fortsatt ikke gjør nye FoU-aktiviteter innenfor vinterdrift mindre relevant. Det vises til FoU-behov innenfor kontraktsutforming, effekter på miljø, framkommelighet og hvordan informasjon kan formidles til brukere mer effektivt, slik at de kan velge de best vedlikeholdte rutene. Alle publiserte resultat finnes her: [4].

3.1.2 Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI)

Det å prioritere innsats og tiltak for å maksimere samfunnsnyttene er sentralt i vinterdrift, samtidig som det er komplekst å ivareta alle faktorer og sammenhenger som påvirker samfunnsnyttene. VTI har siden 2001 arbeidet med å utvikle Vintermodellen [7] som skal gjøre det enklere å foreta slike evalueringer. Modellen bruker kunnskap om effekter fra flere ulike forhold for å modellere føreforhold, framkommelighet, ulykkesfrekvens, slitasje på kjøretøy, miljøeffekter og tiltaksmodell. Hvert tema beregnes i en egen modell som deretter gir input til en helhetlig modell som inkluderer alle forhold. Kunnskapen skal benyttes til å belyse endring i ulykker, energiforbruk og hvordan hastighet endres som følge av ulike vinterdriftstiltak. Siste oppdaterte versjonen basert på VTI sine hjemmesider er datert 2017 med versjonsnummer 47 [8].

Dynamisk prognosestyrt vinterdrift [9] ser på mulighetene for å nyttiggjøre seg informasjon fra værtjenester til å rette preventive tiltak til de områdene hvor behovet er størst. Dermed planlegger modellen en dynamisk rute som sendes over til driftskjøretøyet. I tillegg kommuniseres saltbehovet til kjøretøyet slik at denne selv starter og stopper utlegging der hvor behovet er forventet å oppstå. Den teknologiske utviklingen som ligger til grunn her, gir også nye muligheter til bedre kontroll av føreforhold ute på vegen. Med økt kunnskap kan tiltakene bli mer målrettet, samtidig vil dette påvirke oppgjørsformer som må justeres slik at det blir harmoni mellom risiko for entreprenør og betaling for faktisk innsats. Dette ble det pekt på allerede i 2013 [10]. Tilstanden på vegen som resultat av ulike vinterdriftsstrategier påvirker i tillegg til kostnader for drift også hvordan man kjører. I Arvidsson, 2015 [11] vises det at redusert vinterstandard (her i form av økt syklustid) reduserer det totale bensinforbruket på den aktuelle vegen under gitte forutsetninger. Hvis resultatet er at det ligger mer snø på vegen uten at hastigheten synker vil effekten bli motsatt [11].

Støvproblemtikk i byer er en annen utfordring som blir ekstra stor ved tørt vintervær. Gustafsson, 2019 [12] viser at vinterdriftsmetoder påvirker mengden små partikler og at det finnes måter å redusere dem på, men at det er et komplekst mål bilde som legger føringer for hvilke tiltak som kan gjennomføres. Samtidig er det ikke bare metoder som påvirker, også for eksempel strukturen på selve dekket [13].

VTI har i tillegg til egen forskning utarbeidet statusrapporter for vinterdrift i de nordiske landene for årene 2020 [14] og 2018 [15] som summerer opp arbeid som skjer med FoU-arbeid i respektive land. Statusrapportene viser at det er mye fokus på styring av innsats for å gi så mye vinterdrift som mulig for hver investert krone. Samtidig begynner miljøaspektet å bli viktigere for å redusere utslipp, og gode metoder for drift av gang og sykkelareal, som i neste omgang kan bidra til lavere utslipp fra transportsektoren.

Et eksempel på forskning knyttet til framkommelighet for gående og syklende er VTI sine prosjekt på barmarkstandard (sopsaltnings). Det er både utviklet retningslinjer for hvordan drift bør gjennomføres etter denne metoden [16] og hvilke effekter med tanke på antall brukere [17]. Resultatene viser at barmarkstandard kan ha bidratt til at både flere velger å sykle og at det skjer færre ulykker [17].



3.2 Google scholar

Som vist på forskningen som er gjennomført av Statens vegvesen i Norge og VTI i Sverige er vinterdrift et bredt tema med mange innfallsvinkler. I det videre vil det bli gjort rede for fagfelleverderte publiserte artikler på ulike temaer. Som nevnt i metod delen er ikke dette en uttømmende litteraturstudie, men en oversikt som skal gi leseren et lite innblikk i ulike forskningstemaer.

3.2.1 Myke trafikanter

Det er et uttalt mål at flere skal gå og sykle i norske byer, dette stiller krav til vinterdrift av arealer som er avsatt til disse gruppene. Temaer knyttet til forskning på området tar blant annet opp rutevalg som følge av føreforhold på gang- og sykkelveger [18]. Studien konkluderer med at gående og syklende justerer rutevalgene sine for å blant annet unngå glatte veger eller veger med mye løs snø. Føreforhold påvirker også hastigheten til fotgjengere ved å redusere den hvis det er snø eller is på vegen [19]. Snø på gangareal kan også ha negativ påvirkning på andelen personer som velger å gå i det hele tatt [20]. Snø på sykkelveger gir høyere rullemotstand for syklistene og påvirker sykkelkomforten negativt [21]. Flere studier ser også på sammenhengen mellom ulike føreforhold på vinteren og risikoen for ulykker. En litteraturstudie [22] peker på at god vinterdrift bidrar til å redusere antallet ulykker med gående, i alle aldersgrupper. En finsk studie viser at snø på gangarealet øker risikoen for å skli og skade seg over tre ganger sammenlignet med bar veg. Temperaturer rundt null grader i kombinasjon med nedbør er kritisk [23]. En norsk studie viser at risikoen for å skli og skade seg dobles når det er snø eller is til stede [24]. For å prøve og redusere antallet ulykker ved å arbeide preventivt har det blitt utviklet en modell som skal kunne predikere når slike kritiske forhold forventes å oppstå slik at brukere kan tilpasse seg og for eksempel bruke brodder eller piggsko [25].

3.2.2 Salt

Ulike typer med salt er vanlig å bruke i vinterdrift av alle typer veger for å opprettholde gode forhold for brukerne, i Norge er det i hovedsak Natriumklorid som brukes (NaCl). Salt brukes av tre ulike grunner, deicing (fjerne is), anti-icing (forhindre isdannelse) og anti-kompaktering (unngå at snø fester seg til vegbanen og blir vanskelig å fjerne). Forskning relatert til ulike typer salt kan knyttes opp rundt tema som miljøeffekter, effekter på installasjoner og infrastruktur, og optimalt saltforbruk.

Det er påvist at saltkonsentrasjoner både i vann og jord langs veger som saltes kan bli forhøyet [26]. En av effektene av forhøyede saltkonsentrasjoner er mindre klorofyll i blader og reduksjon i antall trær som overlever i urbane områder hvor det benyttes salt [27]. En studie fra USA er kritisk til de forhøyede saltnivåene i drikkevannet, og peker på at det kan bli svært kritisk av mange årsaker på sikt da saltbruken har økt stadig de siste årene [28]. En annen effekt av salt som er undersøkt er hvordan det påvirker asfaltdekker. Yang 2020, [29] finner de at det kan virke som om salt har en negativ effekt med tanke på skadeutvikling av asfaltdekker. For å redusere nevnte ulemper forskes det på hvordan saltbruk kan optimaliseres. Claros m. fl. 2021, [30] ser at bruk av saltløsning framfor salt i fast form kan redusere forbruket uten å redusere standarden på vegen under enkelte forhold. Trenouth m. fl. 2015, [31] viser hvordan en modell som bruker værd data kan benyttes for å beregne nødvendig saltmengde i områder med bevaringsverdig vegetasjon for å unngå overforbruk. Det er også mulig å redusere behovet for salt gjennom å endre utformingen av selve vegen hvor det brukes. Forsøk med en mer permeabel type betongdekke viser at når vannet kan renne ned gjennom dekket reduseres behovet for salting [32].

Salt er samtidig ikke det eneste alternativet for å holde vegen bar om vinteren, men brukes ofte fordi det er det mest effektive i forhold til kostnad. Terry m. fl. 2020 [33] presenterer en gjennomgang av organiske



alternativ og ser på fordeler og ulemper med disse. Konklusjonen er at dette per dags dato ikke kan konkurrere med dagens NaCl som er det mest utbredte og at nye typer salt kan introdusere andre utfordringer.

3.2.3 Kunstig intelligens til prediksjon i vinterdrift

Kunstig intelligens blir tatt i bruk innenfor stadig flere fagfelt, også innenfor vinterdrift forskes det på hvordan dette kan bidra til bedre resultater. I USA har det blitt utviklet en modell som skal analysere tilstanden på vegen og foreslå nødvendige tiltak for ulike deler av vegnettet [34]. Ahabchane m. fl. 2019 [35] har utviklet en modell som predikerer behov for mengde salt eller strøsand på spesifikke deler av en vegstrekning basert på en rekke data. Behovet for data blir samtidig nevnt som en svakhet med tanke på overføringsverdi til andre steder [35]. Behov for data og trening av slike system blir også påpekt i [36], som utviklet et smarttelefon-basert bildeanalyseprogram for deteksjon av føreforhold, som kritisk med tanke på overføringsverdi og oppskalering. Det finnes også eksempel på systemer som ikke foreslår tiltak og "tenker selv" men som bidrar til å sammenstille mye informasjon om tilstanden på vegen basert på forprogrammert kunnskap for å gjøre det enklere for de som fatter beslutninger [37]. Pan m. fl. 2019 [37] konkluderer med at det er nyttige hjelpemidler, men at de samtidig har potensiale for videre utvikling.

Særdeles få treff i Google Scholar viser imidlertid at dette er et felt som er helt i startfasen ennå.

3.2.4 Miljø

Som følge av utfordringer med klima og natur i både et lokalt og globalt perspektiv, er det naturlig at det også blir forsket på slike effekter fra vinterdrift. I en litteraturstudie publisert i 2019 [38] er det tydelig at forskningen fokuserer på det lokale nivået framfor det globale. Kun fem artikler studerer vinterdriftens effekt fra et globalt perspektiv, og da primært med fokus på drivstoff-forbruk ved ulike føreforhold. Som vist over er det mange studier som ser på miljøeffekter knyttet til salt, så temaet er definitivt aktualisert innenfor vinterdriftsforskningen.

3.3 Workshop

For å kartlegge hvilke utfordringer aktørene (vegeiere og entreprenører) opplever i Norge ble det i juni 2023 gjennomført en workshop for å diskutere utfordringer og mulige FoU-temaer. Her vil hovedtrekkene knyttet til temaene *Utslipp og miljø* samt *Kontrakt* bli gjort rede for.

3.3.1 Utslipp og miljø

Lav- og nullutslippskjøretøy er noe som nå også begynner å bli aktuelt for større kjøretøy. Vinterdrift skjer imidlertid ikke på regelmessige tidspunkt eller faste plasser, noe som gjør det vanskeligere å ta dem i bruk her uten videre. Det vil for eksempel være ugunstig å bruke lang tid på lading under et pågående snøfall. Rodeoptimalisering ble også nevnt som noe det stadig er behov for å effektivisere, gode metoder for dette vil kunne gjøre det enklere å ta i bruk lav- og nullutslippskjøretøy med begrenset rekkevidde, og samtidig kunne bidra til lavere utslipp med tradisjonelle kjøretøy. For å maksimere effekten av god ruteplanlegging kan det være nyttig å se på ressurser på tvers av kontrakter og vegeiere. Steg 1 for å begynne å bruke lav- og nullutslippskjøretøy er imidlertid å teste dem ut i begrenset skala og under kontrollerte forhold for å skaffe data om hvordan energiforbruk i slike kjøretøy påvirkes ved for eksempel brøyting.

Utslipp kommer også fra salt og grus som blir brukt for å sikre tilstrekkelig friksjon. Som nevnt over har salt noen utfordringer og derfor ønsker man å redusere bruken mest mulig. For å kunne gjøre dette og



samtidig være trygg på at det er nok salt på vegen, ville bedre metoder for å detektere restsaltnivåer være nyttig. Særlig hvis dette kunne bli gjort i fart og resultat ble kommunisert i sanntid til spreder som justerer mengden som blir lagt ut etterpå. Strøsand er den andre måten for å sikre tilstrekkelig friksjon, det brukes primært på veger med lavere trafikk. Strøsand skal oppfylle gitte krav for å kunne brukes på vegen, noe som gjør at mesteparten av strøstanden kun brukes en sesong til vinterdriftformål. Dette betyr at det hvert år må produseres ny, noe som både krever energi og potensielt kan bidra til inngrep i naturen. Økt grad av gjenbruk av slike masser er ønskelig, men da kreves det metoder for å kunne vaske strøstanden og sikre at den fortsatt tilfredstiller kravene.

Økt gjenbruk av utstyr som kjøretøy, ploger, og spredere ble også nevnt som et potensielt område å redusere utslipp. I dag er det ofte at relativt nytt utstyr skiftes ut, men det mangler kunnskap om effektene av å bytte til nyere utstyr kan kompensere for ulempene ved økte kostnader og økte utslipp fra produksjon.

Et annet tema som ble nevnt var bruk av piggdekk sammenlignet med piggfrie dekk. Statens vegvesen har gjort noen undersøkelser knyttet til hvordan dette påvirker friksjon både på sommer og vinterstid. Kunnskapen er imidlertid moden for å oppdateres. Ulempen med piggdekk er at de bidrar til mer svevestøv i byområder, men for at piggfrie dekk skal fungere optimalt er det behov for at piggdekk skaper en viss struktur i snø/issålen. Økt kunnskap om optimal miks mellom andel piggfrie og piggdekk ville være nyttig, eller hvordan man gjennom vinterdrift kan kompensere for lavere andel med piggdekk.

Kunnskapsoverføring ble også diskutert, hvordan sikrer vi at kunnskap som finnes er tilgjengelig og brukes? Her vil standarder for datautveksling være særdeles viktig slik at ulike system kan utveksle informasjon. Eksempel på slike system er beslutningsstøttesystem om hva slags tiltak vi skal gjennomføre. Kunstig intelligens ble nevnt både for bedre overvåkning av faktiske forhold og for prediksjon av forventet tilstand fram i tid og forslag til tiltak. På kort sikt kan det brukes som støtte til beslutningstakere og på lengre sikt kobles opp mot kjøretøy for å automatisere en del av prosessen. I workshopen ble det også nevnt at det er en utfordring at bransjen selv i noen tilfeller er litt treg til å implementere nye løsninger og at ny kunnskap ikke alltid kommuniseres til relevante mottakere godt nok.

3.3.2 Kontrakt og krav

Hvilke krav som blir stilt i kontrakten er avgjørende for hvilken standard trafikantene vil oppleve gjennom vinteren og summen vegeieren må betale for vinterdriften. Et viktig tema knyttet til kontraktsutforming som ble diskutert var håndtering av ekstraordinære situasjoner, da det er forventet mer ekstremvær og hyppigere skifter mellom pluss- og minusgrader i årene som kommer.

Noen sider ved utforming av kontrakt og kontraktområder som kan være formål for FoU-aktiviteter ble diskutert. For eksempel, hvordan skal ressurser organiseres for at de kan utnyttes mest mulig effektivt? Det er sjeldent at en hel region har de samme behovene til samme tid, derfor vil det være lite hensiktsmessig at alle entreprenører og kontrakter har utstyr til å håndtere alle situasjoner til enhver tid. En mulighet er å se på ressurser på tvers av kontrakter og vegeiere for å sikre nok kapasitet i hvert område til enhver tid. Dette vil imidlertid kreve en organisering som ivaretar eierskap og lokalisering av kjøretøy og hvordan bruken av dem skal prioriteres på en god måte. Det er også behov for kunnskap om hva som vil være en fornuftig størrelse på en kjøretøypark for ekstraordinære hendelser.



Dagens kontrakter har statiske krav som skal opprettholdes så langt det lar seg gjøre uansett forhold. En slik tilnærming fanger ikke opp behovet for ekstraordinære værhendelser hvor det kanskje er behov for kortere syklustid. Samtidig vil en kontrakt hvor dette fanges opp risikere å bli svært kostbar. Med større variasjon i værforhold og økt frekvens i værskifter ble det nevnt at en mulighet er variable krav i kontraktene. Ved ekstremvær reduseres for eksempel kravene til et slikt nivå at man fortsatt oppnår en viss grad av framkommelighet framfor full stopp. Et eksempel er at motorvegen ikke brøytes i full bredde for å kunne spre brøytebilene over et større område og samtidig nå målet om syklustid eller eventuelt en kortere syklustid. Dette vil imidlertid kreve ny kunnskap om både riktig nivå på tiltak og i hvilke situasjoner respektive krav skal være gjeldende slik at både entreprenør og byggherre vet hva de skal forholde seg til.

Det ble også nevnt at ekstremvær stiller betydelig større kunnskapskrav til entreprenøren, hvordan skal det prioriteres for å utnytte tilgjengelige ressurser mest mulig effektivt. Slik kunnskap bygges opp over tid hos de større aktørene, men mindre aktører har ikke de samme forutsetningene til å dedikere personer til å organisere drift basert på en helhetlig oversikt og har ikke nødvendigvis samme fartstid innenfor bransjen. For normal drift er dette ikke noe problem. For å avbøte på det ved ekstraordinære hendelser ble det diskutert om det er mulig å etablere en beredskapsgruppe, med kompetanse på slike hendelser som kan kalles inn og organisere vinterdrift på tvers av kontrakter i en begrenset periode. Dette vil igjen kreve justeringer i dagens kontraktsformer og det må utredes hvordan en slik løsning skal organiseres, hva slags kunnskap og hvilke beslutningsstøtteverktøy de eventuelt trenger da personell ikke nødvendigvis vil ha den samme lokalkunnskapen.

4 Diskusjon og konklusjon

Som vist både i litteraturgjennomgangen og fra diskusjoner i workshopen inkluderer vinterdrift et bredt spekter av temaer. Basert på gjennomgangen av nordisk FoU-aktivitet innenfor vinterdrift og sammenlignet med treff på ulike temaer innenfor vinterdrift på Google Scholar kan det konstateres at de nordiske miljøene jobber bredt innenfor feltet og har hatt, har eller tenker på aktiviteter innenfor alle temaer. Dette viser at man både har god kunnskap om dagens situasjon, men at de samtidig ser behov for å tilpasse dagens metoder og utvikle nye for å møte både praktiske, miljømessige og økonomiske utfordringer i fremtiden.

Sett i et større perspektiv vil alle justeringer måtte ses i en samfunnsøkonomisk sammenheng før de eventuelt kan implementeres. Det er trolig her det store forskningspotensialet finnes, hvordan beregner man samfunnsnyten av ulike metoder og krav, og hvilke kombinasjoner gir størst nytte å implementere? Optimalt sett bør det finnes et beslutningsstøttesystem som planlegger tiltak basert på samfunnsøkonomisk nytte ut ifra vær, forventet trafikk og tilgjengelige ressurser og kommuniserer informasjon om føreforhold til brukeren i form av dynamisk regulering av hastighet. Dette eksisterer ikke i dag og det er alt for komplekst for et vanlig menneske og kunne håndtere alle disse parameterne samtidig, særlig hvis man ser for seg et større geografisk område.

Gjennom å kombinere ulike fagdisipliner og ny teknologi for datainnsamling og bearbeiding som kunstig intelligens vil det kanskje på sikt være mulig å komme et steg nærmere et slikt system gjennom forskningsaktiviteter. For å lykkes kreves det at grunnleggende kunnskap om vinterdrift blir ivaretatt og videreført i modellen. Samtidig vil et datadrevet system kreve tilgang på store mengder data for opptrening og løpende drift. Her vil det igjen være en samfunnsøkonomisk avveining mellom datainnsamling og nytte, hvor tett og hvordan vegnettet bør overvåkes for eksempel. Hvordan kan



SINTEF

sensorer, som mange nye biler kommer med som standard benyttes, og hvordan får vi systemene til å snakke sammen? Allerede i dag finnes det store mengder data, men en vanlig utfordring er at disse er på ulike format og at det er vanskelig å kombinere data for økt problemforståelse.

Forskningsprosjekt på temaer innenfor vinterdrift vil være nødvendige for å utvikle nye systemer, både fordi det vil være svært kostnadskrevenende, men også for at det vil inkludere et bredt spekter av aktører og en tverrfaglig tilnærming. Både vegeiere, entreprenører, vegtrafikksentraler, teknologibedrifter og andre beredskapsaktører er viktige støttespillere. En annen fordel med å utvikle slike løsninger ved hjelp av offentlige forskningsmidler er at kunnskapen enklere kan spres ut til de ulike aktørene. Nettopp kunnskapsspredning ble adressert som et problem allerede i dag. Hvis slike beslutningsstøttesystemer utvikles i regi av det private markedet vil nytten bli begrenset, da kun de største aktørene vil ha råd til å bruke dem.



5 Litteratur

- [1] Statens vegvesen, 'Vinterdrift', *Statens vegvesen*. <https://www.vegvesen.no/fag/veg-og-gate/vinterdrift/> (accessed Jun. 07, 2023).
- [2] Å. Sivertsen, 'Salt Smart', Statens vegvesen, Oslo, 92, 2012. Accessed: Jun. 07, 2023. [Online]. Available: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2508149/SaltSmartRapportNR92_200912.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Statens vegvesen, 'Vinterdrift (EVI) - FoU-program (2013-2016)', *Statens vegvesen*. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2682197> (accessed Jun. 07, 2023).
- [4] Statens vegvesen, 'BEVEGELSE', *Statens vegvesen*, Jan. 16, 2023. <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/avsluttede-programmer-og-prosjekter/bevegelse/> (accessed Jun. 07, 2023).
- [5] Statens vegvesen, 'Byvekstavtaler', *Statens vegvesen*, 2023. <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/byvekstavtaler/> (accessed Jun. 15, 2023).
- [6] Statens vegvesen, 'Sluttrapport FoU BEVEGELSE'. Accessed: Jun. 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/bevegelse/sluttrapport-fou-bevegelse.pdf>
- [7] VTI, 'Vintermodellen', Sep. 14, 2022. <https://www.vti.se/forskning/drift-och-underhall/vintervaghallning/vintermodellen> (accessed Jun. 07, 2023).
- [8] P. Andrén, 'Tema Vintermodell – Etapp 3. Dokumentation av programkod', Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2017. [Online]. Available: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1070754/FULLTEXT01.pdf>
- [9] 'Vinterväghållning', Sep. 14, 2022. <https://www.vti.se/forskning/drift-och-underhall/vintervaghallning> (accessed Jun. 07, 2023).
- [10] A. Arviksson, T. Gustavsson, and J. Bogren, 'Nya regler för en effektivare vinterväghållning En förstudie', VTI, 38–2013. Accessed: Jun. 07, 2023. [Online]. Available: <https://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:695513/FULLTEXT01.pdf>
- [11] A. K. Arvidsson, 'Tema Vintermodell : val av standardklass på vinterväghållning med hänsyn till energieffektivitet', Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2015. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-7920>
- [12] M. Gustafsson *et al.*, 'Optidrift : optimerad vinter- och barmarksdrift för bättre luftkvalitet', Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2019. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-13669>
- [13] M. Gustafsson, G. Blomqvist, S. Janhäll, M. Norman, and C. Johansson, 'Driftåtgärder mot PM10 i Stockholm : utvärdering av vintersäsongen 2014–2015', Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2016. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-10735>
- [14] A. K. Arvidsson *et al.*, 'Vinterväghållning i de nordiska länderna : Statusrapport 2020', 2020. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-15987>
- [15] A. K. Arvidsson *et al.*, 'Vinterväghållning i de nordiska länderna : Statusrapport 2018', 2018. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-15908>
- [16] A. Niska and G. Blomqvist, *Sopsaltning av cykelvägar i teori och praktik : erfarenheter från utvärderingar i svenska kommuner*. Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2019. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-13705>



- [17] A. Niska, J. Eriksson, and E. Taavo, *Sopsaltningens effekt på cykeltrafiken : en analys av cykelflöden och olyckor i Stockholm*. Statens väg- och transportforskningsinstitut, 2019. Accessed: Jun. 09, 2023. [Online]. Available: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-14096>
- [18] M. Fossum and E. O. Ryeng, 'Pedestrians' and bicyclists' route choice during winter conditions', *Urban, Planning and Transport Research*, vol. 10, no. 1, pp. 38–57, Dec. 2022, doi: 10.1080/21650020.2022.2034524.
- [19] M. Fossum and E. O. Ryeng, 'The walking speed of pedestrians on various pavement surface conditions during winter', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 97, p. 102934, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.trd.2021.102934.
- [20] Ferdousy and P. A. Singleton, 'Assessing the Impacts of Weather on Pedestrian Signal Activity at 49 Signalized Intersections in Northern Utah', *Transport research Record*, vol. 2675, no. 6, pp. 406–416, 2021.
- [21] M. D. Fenre and A. Klein-Paste, 'Bicycle rolling resistance under winter conditions', *Cold Regions Science and Technology*, vol. 187, p. 103282, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.coldregions.2021.103282.
- [22] P. Schepers, B. den Brinker, R. Methorst, and M. Helbich, 'Pedestrian falls: A review of the literature and future research directions', *Journal of Safety Research*, vol. 62, pp. 227–234, Sep. 2017, doi: 10.1016/j.jsr.2017.06.020.
- [23] M. Hippi and M. Kangas, 'Impact of Weather on Pedestrians' Slip Risk', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 5, Art. no. 5, Jan. 2022, doi: 10.3390/ijerph19053007.
- [24] R. Elvik and T. Bjørnskau, 'Risk of pedestrian falls in Oslo, Norway: Relation to age, gender and walking surface condition', *Journal of Transport & Health*, vol. 12, pp. 359–370, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.jth.2018.12.006.
- [25] M. Hippi, M. Kangas, R. Ruuhela, J. Ruotsalainen, and S. Hartonen, 'RoadSurf-Pedestrian: a sidewalk condition model to predict risk for wintertime slipping injuries', *Meteorological Applications*, vol. 27, no. 5, p. e1955, 2020, doi: 10.1002/met.1955.
- [26] V. Jandová *et al.*, 'The Relationship among Precipitation, Application of Salt in Winter Road Maintenance and the Quality of Waterways and Soil around Motorway', *Water*, vol. 12, no. 8, Art. no. 8, Aug. 2020, doi: 10.3390/w12082206.
- [27] M. A. Equiza *et al.*, 'Long-term impact of road salt (NaCl) on soil and urban trees in Edmonton, Canada', *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 21, pp. 16–28, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.ufug.2016.11.003.
- [28] W. D. Hintz, L. Fay, and R. A. Relyea, 'Road salts, human safety, and the rising salinity of our fresh waters', *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 20, no. 1, pp. 22–30, 2022, doi: 10.1002/fee.2433.
- [29] B. Yang, Z. Qin, Q. Zhou, H. Li, L. Li, and X. Yang, 'Pavement damage behaviour of urban roads in seasonally frozen saline ground regions', *Cold Regions Science and Technology*, vol. 174, p. 103035, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.coldregions.2020.103035.
- [30] B. Claros, M. Chitturi, A. Bill, and D. Noyce, 'Environmental, Economic, and Operational Impacts of Roadway Winter Maintenance: Salt Brine Field Evaluation', *Journal of Cold Regions Engineering*, vol. 35, no. 4, p. 04021013, Dec. 2021, doi: 10.1061/(ASCE)CR.1943-5495.0000259.
- [31] W. R. Trenouth, B. Gharabaghi, and N. Perera, 'Road salt application planning tool for winter de-icing operations', *Journal of Hydrology*, vol. 524, pp. 401–410, May 2015, doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.03.004.



- [32] J. T. Marvin, J. Scott, T. Van Seters, R. Bowers, and J. A. Drake, 'Winter Maintenance of Permeable Interlocking Concrete Pavement: Evaluating Opportunities to Reduce Road Salt Pollution and Improve Winter Safety', *Transportation Research Record*, vol. 2675, no. 2, pp. 174–186, Feb. 2021, doi: 10.1177/0361198120957320.
- [33] L. G. Terry, K. Conaway, J. Rebar, and A. J. Graettinger, 'Alternative Deicers for Winter Road Maintenance—A Review', *Water Air Soil Pollut*, vol. 231, no. 8, p. 394, Jul. 2020, doi: 10.1007/s11270-020-04773-x.
- [34] M. H. Tavakoli Dastjerdi, Z. Liu, B. Azmoon, and X. Yuan, 'Enhancing Winter Road Maintenance via Cloud Computing', *IEEE Internet Computing*, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1109/MIC.2023.3265651.
- [35] C. Ahabchane, M. Trépanier, and A. Langevin, 'Street-segment-based salt and abrasive prediction for winter maintenance using machine learning and GIS', *Transactions in GIS*, vol. 23, no. 1, pp. 48–69, 2019, doi: 10.1111/tgis.12495.
- [36] M. A. Linton and L. Fu, 'Connected Vehicle Solution for Winter Road Surface Condition Monitoring', *Transportation Research Record*, vol. 2551, no. 1, pp. 62–72, Jan. 2016, doi: 10.3141/2551-08.
- [37] G. Pan, L. Fu, R. Yu, and M. Muresan, 'Evaluation of Alternative Pre-trained Convolutional Neural Networks for Winter Road Surface Condition Monitoring', in *2019 5th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS)*, Jul. 2019, pp. 614–620. doi: 10.1109/ICTIS.2019.8883540.
- [38] H. R. Vignisdottir *et al.*, 'A review of environmental impacts of winter road maintenance', *Cold Regions Science and Technology*, vol. 158, pp. 143–153, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.coldregions.2018.10.013.